歩行分析計　MG-M1100S
取扱説明書

Ver.1.0

三菱化学株式会社

加速度センサーを用いた歩行解析 3
名称及び仕様、注意事項等 4
本書の構成..... 6
測定編..... 7
ゲイト君®の準備..... 7
充電 7
ゼロ点補正 8
ゲイト君®の使用方法..... 9
＜通常の使用方法＞ 9
＜10m 歩行を行う場合＞..... 10
＜リアルタイム計測＞ 12
分析編.....153
お問い合わせ先.....1516

加速度センサーを用いた歩行解析

加速度センサーを腰につけて歩くと、着地した時や蹴り出した時に地面から受ける反力が下肢を伝わって腰に届くため、加速度センサーがこの反力を記録します。また、左右方向への身体の動きも加速度センサーに記録されます。その結果、例えば下の図のような加速度波形が観測できます。

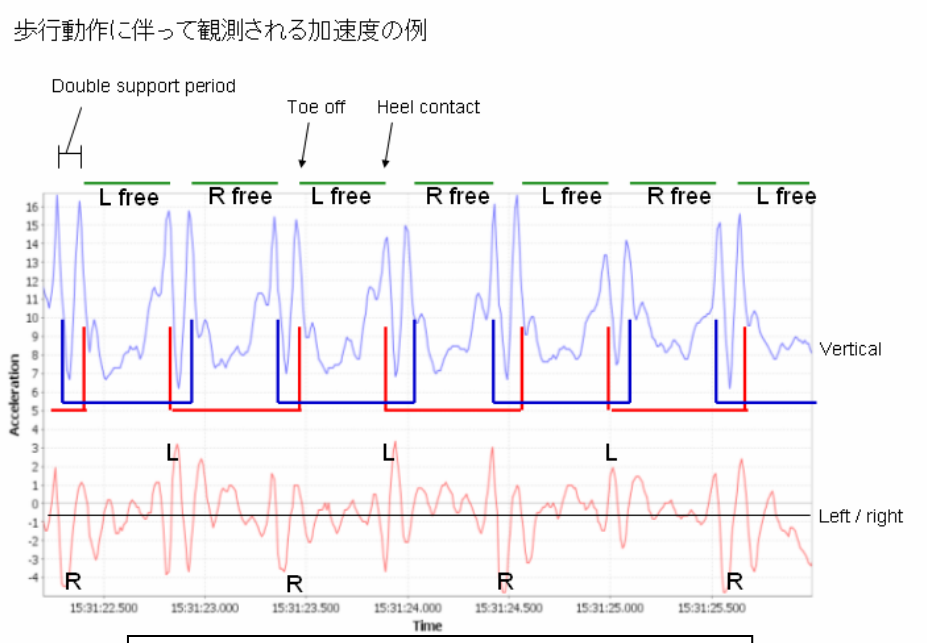


図１　歩行動作に伴って腰部に発生する加速度の例

日常行動に伴って発生する様々な加速度波形の中から、歩行動作に特徴的なパターンを見つけ出して詳細に解析することで、歩行周期や歩行動作の力強さを評価することが可能になります。これらの指標は、被験者の健康状態や病気の容体を推察するのに役立ちます。

本品は3軸加速度を記録するモーションレコーダー「ゲイト君® MG-M1100-HW」と専用解析ソフトウェア「ゲイトビュー® MG-M1100-SV」で構成されています。

ゲイト君®を腰につけて丸一日生活すると、膨大な量の加速度データを蓄積していきます。解析はゲイトビュー®で行います。被験者がどの時間に歩いたのか、そしてその時の様子はどうだったのか、簡便に調べることができます。

※　歩行により発生する加速度波形は被験者により異なります。

上図は一例であり、必ずこのような加速度波形が出るものではありません。

蹴り出しに伴う波形が表れない場合や、左右方向への身体の動きが顕著に観測されない場合などがあります。

本歩行分析計は、歩行動作に伴って発生する加速度を手がかりにして歩行分析を行いますので、検出限界があることをご理解の上ご使用ください。また、自転車漕ぎやジョギング等のリズミックな運動も検出することがあります。

名称及び仕様、注意事項等

歩行分析計　MG-M1100S

医療機器届出番号:　14B3X10007000019

類別:機械器具 24　知覚検査又は運動機能検査用器具

一般的名称:歩行分析計　JMDN コード:35757000

医療機器分類:一般医療機器

禁忌・禁止:

本装置は防水型ではないので、装置を水に濡らさない。

本装置は防爆型ではないので、装置の近くで可燃性及び爆発性の気体を使用しない。

本装置は精密電子機器なので、極端に高い磁場のかかる場所や強い電波の発生する場所に持ち込まない。

形状・構造及び原理等:

本装置は①モーションレコーダー「ゲイト君® MG-M1100-HW」およびその付属品(USB 充電器、USB ケーブル、ベルト)、②専用解析ソフトウェア「ゲイトビュー® MG-M1100-SV」、③コンピューター(付属品)からなります。

ゲイト君® MG-M1100-HW 寸法 75 × 50 × 20 mm 重量 約 120g

電源 リチウムイオン二次電池(1700mAh)

定格 電源電圧 max.6.5V 充電電流 max.500mA

※本品は組合せ医療機器です。

モーションレコーダー　一般的名称:歩行分析計 (ｺｰﾄﾞ 35757000)
販売名　:ゲイト君 MG-M1100-HW
届出番号:14B3X10007000018

専用解析ソフトウェア　一般的名称:歩行分析計 (ｺｰﾄﾞ 35757000)
販売名　:ゲイトビュー MG-M1100-SV
届出番号:14B3X10007000019

使用目的、効能又は効果:

歩行又は歩行パターンを試験する装置です。

歩行中、足で地面を蹴り出した時や着地した時に生じる地面の反力などを腰に装着したゲイト君® MG-M1100-HW で計測します。

得られた加速度データをゲイトビュー® MG-M1100-SV をインストールしたコンピューターで解析し、歩行や歩行に関連した問題の診断の支援に用います。

仕様:

モーションレコーダー「ゲイト君® MG-M1100-HW」

検出範囲 ±5 G　検出軸 3 軸 精度 ±10%

サンプル周期 10msec 連続サンプル時間 24 時間以上(フル充電時)

A/D 分解能 1024LSB(10bit)

通信規格 USB 1.1

専用解析ソフトウェア「ゲイトビュー® MG-M1100-SV」

歩行動作検出範囲　平均加速度 0.2G 以上かつ歩行周期 0.8～1.5 秒の歩行動作

使用上の注意:

使用温度　5～40℃

本装置を水に濡れる恐れのある場所や結露するような条件・高湿度環境下で使用しない。

ゲイト君®は使用前に十分に充電する。

加速度を記録する microSD カードは、ゲイト君®にあらかじめ挿入されているものを使用してください。

貯蔵・保管方法及び使用期間等:

保存温度　0～45℃　水や高湿度の及ばない環境で保管する。

取扱い上の注意:

落としたり、衝撃を与えない。

発熱や異音などの異常が発見された場合は使用を中止する。

清掃は清浄な布巾による乾拭きで行う。

保守・点検に係る事項:

ゲイト君®の内部時計を合わせ、加速度センサーの校正を行なう。通常は一ヶ月に一度程度行なう。内蔵のリチウムイオン二次電池が空になるまで電池を使用した場合は内部時計も止まるため、この場合は必ず時計合わせと充電を行う。

長時間使用しなかった本体を再使用する場合は、使用前に充電と時計合わせ，加速度センサーの校正をして、本体が正常かつ安全に作動することを確認する。

本書の構成

本書は大きく分けて、測定編、解析処理実行手順編の 2 編構成となっています。

測定編

ゲイト君®（モーションレコーダー）の準備

ゲイト君®の使用方法

解析処理実行手順編

ゲイトビュー®の利用

測定編

ゲイト君®の準備

充電

ゲイト君®の充電は USB 充電器及び USB コードを用いて行ってください。

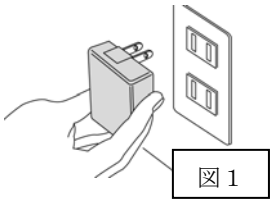


図 1

1. USB 充電器を家庭用コンセント（100V）につなぎます（図 1）。

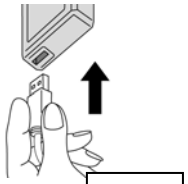


図 2

2. USB 充電器に USB コードの長方形端子（A 端子）を差します（図 2）。

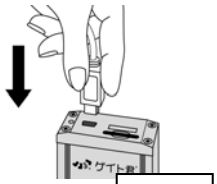


図 3

3. USB コードのもう一方の端子（ミニ A 端子）をゲイト君®本体の USB ソケットに差します（図 3）。

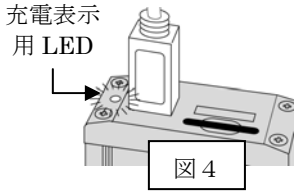


図 4

4. ゲイト君®本体の USB ソケット脇にある黄色の充電表示用 LED が点灯し、充電を開始します（図 4）。

充電には最大300分程度かかります。

充電表示用 LED が消灯したら充電終了です。

※1 日測定したら必ず充電してください。

※ゲイト君®本体内部の時計を動作させるために電力を消費しています。すぐに使用しない場合でも 1 週間に 1 回程度再充電をしてください。

ゼロ点補正

※軌道図による評価を行う場合は計測開始前に必ずゲイト君®のゼロ点補正を行ってください。それ以外の場合でも月に一回程度はゼロ点補正を行ってください。

1. ゲイト君®に microSD カードが挿入されていることを確認して下さい。

※あらかじめゲイト君®に挿入されていたものを用いてください。

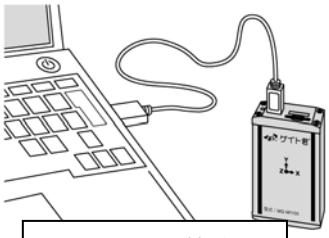


図 5 USB 接続

2. ゲイト君®のスイッチが OFF の状態であることを確認し、USB ケーブルでゲイトビュー®のインストールされたコンピューターと接続してください（図5）。

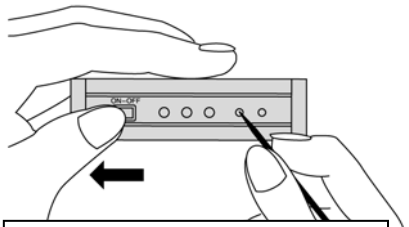


図 6　PC モードを押しながら
スライドスイッチ：　ON

3. 先のとがったもので「PC-Mode」を押しながらスライドスイッチを ON にしてください（図6）。

図 7　ロゴ面

4. ゲイト君®のロゴ面が上になるように置いてください（図 7）。

5. ゲイトビュー®インストールCDにラインナップされているデバイスドライバと校正用ソフトウェアを用いて「ゼロ点補正」を行ってください。

※ゼロ点補正を実施すると、センサーの較正が行われるとともに、ゲイト君®の内部時計がコンピューターと同期します。月に一回程度は実施してください。

ゲイト君®の使用方法

＜通常の使用方法＞

日常生活の中では、いつ歩行動作をするかわかりません。このため、ゲイト君®は一秒間に 100 回の高速サンプリングで 3 軸加速度データを 24 時間以上の長期にわたって蓄積できるように設計されています。ゲイト君®を腰回りのどこかに装着して、あとは普通に暮らすだけで加速度データが貯まっていきます。一日かかって得られた膨大な量の加速度データから、いつ歩いたのか、どれだけ歩いたのか、そのときの様子はどうだったのか、全て専用の解析プログラム「ゲイトビュー®」を使って評価することができます。

軌道図による評価や加速度パターン比較などの特殊な分析を除いて、ゲイト君®の装着場所に制約はありません。腰回りのどこにつけても、途中で位置を変えても、ゲイトビュー®Ⓡは歩行動作を見つけ出します。

1. ゲイト君®に microSD カードが挿入されていることを確認して下さい。（図8）

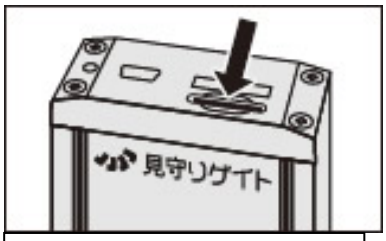


図 8 SD カード挿入位置

※あらかじめゲイト君Ⓡに挿入されていたものを用いてください。

2. ゲイト君®のスライドスイッチを ON にして下さい。（図 9）

最初に赤・黄色の LED が点滅し、次に青の LED が点滅し始め、計測が始まります。

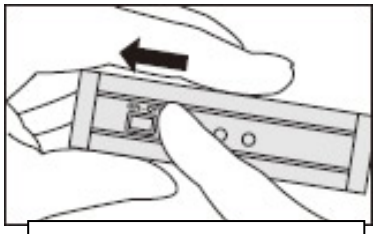


図 9 スライドスイッチ：**ON**

〔注意〕 赤の LED が点滅し続けて、いつまでも青の LED が点滅しないときは、下記の順序でご確認ください。

①一度スライドスイッチを OFF にして、microSD カードが正しく挿入されているか確認して下さい。

②それでも赤の LED の点滅が続く場合は、ゼロ点補正を行ってください。

※ゼロ点補正を実施すると、センサーの較正が行われるとともに、ゲイト君®の内部時計がコンピューターと同期します。異常がなくても月に一回程度は実施してください。

③ゼロ点補正を行っても赤の LED が点滅し続ける場合は使用を中止してお問い合わせください。

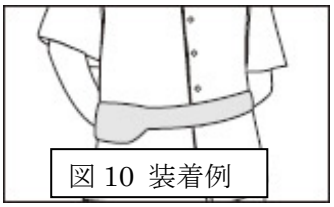


図 10 装着例

3. ゲイト君®をベルトに入れ、装着して下さい。長時間連続装着をして歩行周期の日内変動等の評価を行う場合には、腰のどの位置に装着しても正しく計測できます。計測途中でゲイト君®の位置が変わっても計測に支障はありません。（図 10）

就寝時にも計測を続ける場合は邪魔にならない位置へずらしてください。

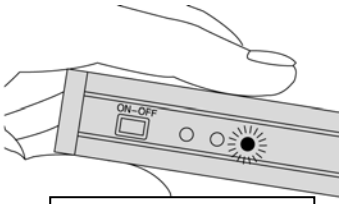


図 11 赤 LED 点滅

バッテリ残量が 30 分以下になると計測中に赤の LED が点滅します（図 11）。このような場合、計測を一旦中止して充電して下さい。

4. 測定が終了したら、青の LED が点滅していることを確認してからスライドスイッチを OFF にして下さい。 赤の LED が点灯し、青と緑の LED が点滅します。3 秒後、全ての LED が消灯します。

＜10m 歩行を行う場合＞

ゲイト君®を用いて 10m 歩行を行うことができます。10m 歩行を行うと、歩行速度や歩幅に関する情報を得ることができます。

※ 別売りのリモコンスイッチを用意してください。

1. 15m 以上の距離が直線で確保できる場所を選んでください。

2. 10m の距離を測って解析開始地点と解析終了時点が判るように印をつけてください。

その際、歩行を開始してから充分な加速期間が得られるよう、解析開始地点の手前に3m程度の区間を設けてください。また、解析終了地点を通過した後すぐに立ち止まるのではなく 1，2 歩は余計に歩けるようなスペースを設けてください（図 12）。

図 12 10m歩行の準備

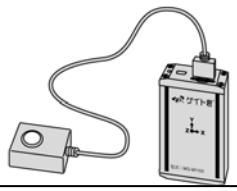
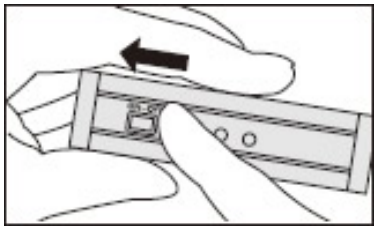


図 13 リモコンスイッチ

3. ゲイト君®にリモコンスイッチ（別売り）を接続してください（図 13）。



4. ゲイト君®のスライドスイッチを ON にしてください(図 14)。

図 14 スライドスイッチ：**ON**

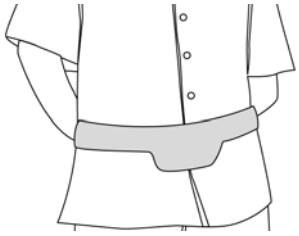


図 15 腹部中央に装着

5. 青の LED が点滅し始め計測が始まりましたら、ゲイト君®をベルトに入れて腹部中央にしっかりと固定してください（図 15）。

軌道図の評価や加速度パターン比較を行う場合は、ゲイト君®の向きに注意して固定してください。（詳しくはp13 の「特殊な分析」を参照）

6. スタート地点から歩行を開始し、計測終了地点の数歩先まで歩行を継続してください。その際、計測開始地点通過時と計測終了地点通過時の 2 回、リモコンスイッチを押してください。
7. 測定が終了したら、青の LED が点滅していることを確認してからスライドスイッチを OFF にしてください。（赤の LED が点灯し、青と緑の LED が点滅します。）3 秒後、全ての LED が消灯します。
8. 分析を行う際には、「10m 歩行の計測結果を分析する場合の範囲指定方法」(p25)に従って分析してください。

＜リアルタイム計測＞

ゲイト君®とコンピューターをUSBケーブルでつないだ状態で計測することができます。ゲイト君®のゼロ点補正や補正後の動作確認にお使いください。

1. ゲイト君®に microSD カードが挿入されていることを確認して下さい。

※あらかじめゲイト君®に挿入されていたものを用いてください。

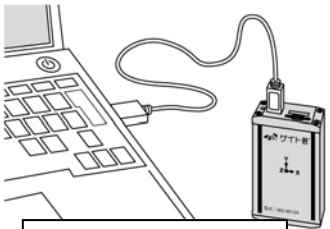


図 16 USB 接続

2. ゲイト君®のスイッチが OFF の状態であることを確認し、USBケーブルでゲイトビュー®の校正用ソフトウェアがインストールされたコンピューターと接続してください（図 16）。

3. 先のとがったもので「PC-Mode」を押しながらスライドスイッチを ON にしてください（図 17）。

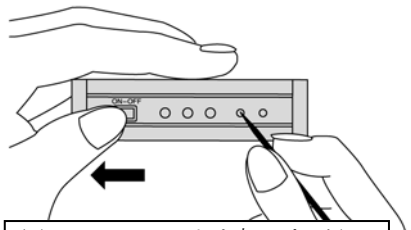


図 17 PC モードを押しながらスライドスイッチ： ON

4. 校正用ソフトウェアを立ち上げ「リアルタイム計測」を選択してください。

5. サンプリング周期選択画面が現れます。5,10,50,100,500msec のいずれかを選択してください。

※リアルタイム計測以外の計測ではサンプリング周期は 10msec に固定してください。

6. スタートボタンを押してください。計測を開始します。

7. 計測を止めるときはストップボタンを押してください。

6. 測定が終了したら、青の LED が点滅していることを確認（図 18）してからスライドスイッチを OFF にして下さい。赤の LED が点灯し、青と緑の LED が点滅します。3 秒後、全ての LED が消灯します。

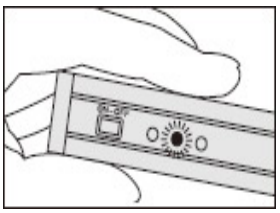


図 18 青 LED 点滅

＜解析処理実行手順＞

1) コマンドプロンプトを起動し、gaitanalg プログラムがあるフォルダに移動します。

2) gaitanalg プログラムとオプション引数を指定して以下のような書式で実行します。

Gaitanalg　dummy　C:¥gait　C:¥gait_data　C:¥gait_data¥MVP_DATA　300

指定するオプション引数は以下の通りです。

第 1 引数：適当な文字列(例 dummy)

第 2 引数：本プログラム、DFA.EXE、ACTIV ファイルがあるメインのフォルダー名(例 C:¥gait)

第 3 引数：変換後データやピークデータ、図を保存するフォルダー名

第 4 引数：測定データが存在するフォルダー名

第 5 引数：グラフ画像の解像度。何も入力しなければ 300[dpi]になります。

3) プログラム終了後に結果ファイルを確認します。

第 3 引数で指定したフォルダの下に、MATLAB の中間ファイルとグラフ画像のファイルが測定エントリ毎に作成されます。

出力グラフと各グラフで使用する用語の解説

加速度：

体が動いた時に生ずる、体重 1kg 当たりの力のこと。単位は m/sec^2、あるいは G（1G=9.8 m/sec^2）。

加速度の絶対値：

左右（X）、上下（Y）、前後（Z）、それぞれの方向の加速度を ax, ay, az とするとき、以下の式で計算される量。どれくらい活発に動いているか（運動量）の指標となります。

$$|a| = \sqrt{ax^2 + ay^2 + az^2}$$

実際に計測されるデータには動きによる加速度の他に重力加速度が加わります。そこで数学的処理（フィルタリング）により、重力加速度成分を除いてから $|a|$ を計算しています。

歩行周期（秒）：

歩行中に、同じ足（たとえば右足）が着地してから次に着地するまでの時間。加速度波形のピーク間隔から求められます。

ここでは、加速度の絶対値が所定の閾値（1.5 m/sec^2）を超えるようなデータから、任意に選択された所定の時間幅 p（0.5 秒）の鋳型波形を用い、下記の式によって相関係数を算出して歩行ステップに基づくピーク位置を自動検出しています。

$$\frac{\frac{1}{p}\sum_{i=1}^{p}\left[ax(i)ax(i+T)+ay(i)ay(i+T)+az(i)az(i+T)\right]}{\left\{\frac{1}{p}\sum_{i=1}^{p}\left[ax(i)^2+ay(i)^2+az(i)^2\right]\right\}^{\frac{1}{2}}\left\{\frac{1}{p}\sum_{i=1}^{p}\left[ax(i+T)^2+ay(i+T)^2+az(i+T)^2\right]\right\}^{\frac{1}{2}}}$$

歩行率（歩数/分）:

1 分間に歩いた歩数。ケイダンスとも呼ばれます。歩行周期との間には

歩行率＝120/歩行周期

の関係があります。

床反力:

歩行中に体が床から受ける力。グラフでは床反力の目安として、歩行時の加速度絶対値の平均値を用いています。

活動量（METs）:

体の動きの激しさを表す指標で、活動量が安静時に比べ何倍に相当するかを示す単位です。グラフでは、3 方向の加速度データから独自の換算式により METs の概算値を求めています。

4 つ組図の各グラフ

以下、「加速度」と記載してあるのは「加速度の絶対値」を意味します。

1. **どのくらい動いたのか？　すべての運動の加速度（運動量）の分布**

1 日の加速度データのうち、夜間（0 時～6 時）を除いたデータを 10 分毎に分割して平均値を求め、その値の分布を表したもの。横軸が平均加速度、縦軸がその頻度を示し、グラフの積分値（面積）が 1 になるように規格化しています。したがって、縦軸の表記は「確率密度」となります。

青線（—）が解析結果を示し、赤線（—）は比較対象としての健常者データ*の分布です。また、図中の数値は、分布の平均値と分散の平方根を示しています。

2. **歩行でどのくらい力を出せるのか？　歩行運動の加速度（床反力）と歩行周期の相関**

1 日の加速度データを 10 分毎に分割し、その時間内で歩行運動を行った部分のみを取り出して加速度の平均と歩行周期の平均を求め、両者の相関を表したもの。横軸が平均加速度、縦軸が平均歩行周期を示しています。平均加速度は歩行の力強さ、すなわち歩行時の床反力の目安になります。

青点（＊）が解析結果を示しています。横軸を常用対数表示にすると右下がりの直線をあてはめることができるので、下記の方法で近似直線を求めています。赤線（—）は健常者データ*から求めた直線です。図中の数値は、近似直線の傾きの絶対値、10 分間隔で求めた歩行周期の平均

値±標準偏差および加速度の平均値±標準偏差を示しています。

※近似直線の求め方：異常なデータを除くため、横軸（加速度）および縦軸（歩行周期）の値が平均値±2.5 標準偏差の範囲にある点を選びます。これら点の集合について、加速度を常用対数に変換した後、主成分分析により主軸を求めます。この主軸が目的とする直線となります。

3. 動いていない時の歩行リズムは？　歩行運動を行った時間帯における、すべての運動の加速度（運動量）と歩行周期の相関

1 日の加速度データを 10 分毎に分割し、その時間内に歩行運動を行った場合、10 分間の加速度の平均と歩行率の平均を求め、両者の相関を表したもの。横軸が平均加速度、縦軸が平均歩行率を示しています。

青点（●）が解析結果を示し、赤点（●）が比較対象としての健常者データ*の結果を示しています。図中の数値は、平均加速度が 0.45 未満である点の割合、およびそのような点のうち、縦軸（歩行率）の値が平均値±2.5 標準偏差の範囲にあるものの平均値±標準偏差です。

4. 歩行リズムに日内変動はあるのか？

歩行率と歩行運動の加速度の 1 時間毎の平均値を表したもの。

青線（―）が歩行率、緑線（―）が加速度です。黒の波線は健常者データ*から得られた歩行率の平均値±標準偏差を示しています。

＊　17 名の健常者のデータ（男性 8 名、女性 9 名、年齢 64.6±4.4 歳）

＊

お問い合わせ先

三菱化学株式会社　インフォメーションセンター

TEL:　03-6414-3000

e-Mail:　MCC-HO-SEARCHGAIT@cc.m-kagaku.co.jp

URL:　http://www.searchgait.com/

ライセンスお問い合わせ窓口

e-Mail:　MCC-HO-SEARCHGAIT@cc.m-kagaku.co.jp

歩行分析計 MG-M1100　操作説明書　Ver.1.0

2011 年 5 月

三菱化学株式会社

本内容は、予告なく変更することがあります。